

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-123372

(P2002-123372A)

(43)公開日 平成14年4月26日 (2002.4.26)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>8</sup> (参考)
G 0 6 F 3/06	3 0 5	G 0 6 F 3/06	3 0 5 F 5 B 0 0 5
	3 0 1		3 0 1 R 5 B 0 1 8
	5 4 0		5 4 0 5 B 0 6 5
12/08	5 4 1	12/08	5 4 1 Z
	5 5 7		5 5 7

審査請求 有 請求項の数9 OL (全19頁) 最終頁に続く

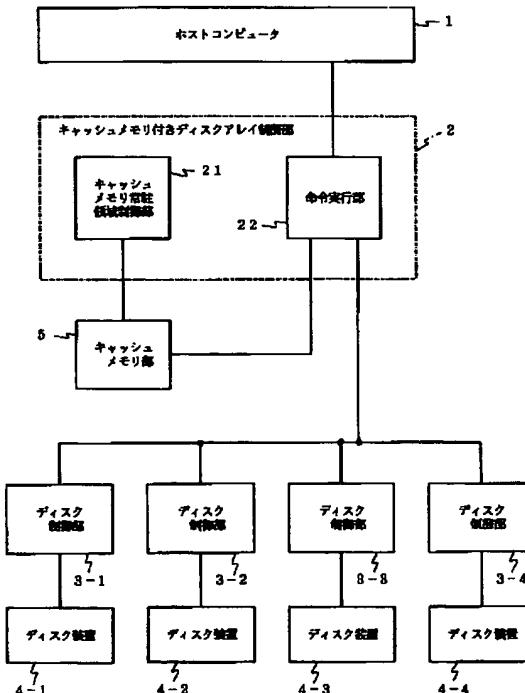
(21)出願番号	特願2000-317267(P2000-317267)	(71)出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22)出願日	平成12年10月18日 (2000.10.18)	(72)発明者	市川 文男 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(74)代理人	100088812 弁理士 ▲柳▼川 信 Fターム(参考) 5B005 JJ01 MM11 NN01 VV14 WW02 WW14
			5B018 CA06 KA12 MA14 QA16 RA20 5B065 BA01 CA07 CA30 CC08 CE12 EA04 EA24 EA37 ZA15

(54)【発明の名称】 キャッシュメモリ付きディスクアレイ装置及びそのエラー制御方法並びにその制御プログラムを記録した記録媒体

## (57)【要約】

【課題】 同一のブロックアドレスに異常発生アドレスが2個発生しない限りデータ修復を可能とし、高性能及び高信頼性を実現可能なキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置を提供する。

【解決手段】 キャッシュメモリ常駐領域制御部21の異常情報記憶部21aはディスク装置の異常を検出すると、異常発生ディスク装置及びブロックアドレスを保存する。常駐領域管理部21bは異常発生ブロックアドレスをキャッシュメモリ部に常駐領域として登録し、その異常発生ブロックアドレスへの書き込み命令を受けると、キャッシュメモリ部の該当するアドレスにのみデータを書込む。キャッシュローディング制御部21cは異常発生ブロックアドレスをキャッシュメモリ部に常駐領域として登録し、仮縫退運転時に、正常なディスク装置からキャッシュメモリ部上の常駐領域に論理データをセーブする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のディスク装置を使用して冗長性を持つ構成とし、ホストコンピュータからのデータ書込み命令及びデータ読み込み命令のいずれかに応じてキャッシュメモリを介して前記ホストコンピュータと前記複数のディスク装置との間でデータ書込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかを行うディスクアレイ装置であって、前記ディスク装置とのデータ書込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかにおける異常を検出した時に当該異常を検出したディスク装置及びブロックアドレスを記憶する異常情報記憶手段と、

前記異常情報記憶手段に記憶されたブロックアドレスを前記キャッシュメモリ上の常駐領域として管理する常駐領域管理手段と、

正常なディスク装置から前記キャッシュメモリ上の常駐領域に論理データをセーブするキャッシュローディング手段と、

前記異常情報記憶手段に記憶されたブロックアドレスへの前記データ書込み命令及びデータ読み込み命令のいずれかの入力時に前記キャッシュメモリ上の常駐領域との間で前記データ書込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかを行わせかつ当該ブロックアドレス以外のブロックアドレスへの前記データ書込み命令及びデータ読み込み命令のいずれかの入力時に前記キャッシュメモリ及び前記ディスク装置のいずれかとの間で前記データ書込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかを行わせる命令実行手段と、

前記異常を検出したディスク装置における代替え位置を割り振るリアシン処理によって当該ディスク装置を正常に読み出せる状態に復旧する再試行手段と、

前記再試行手段による再試行の結果として前記異常情報記憶手段に記憶されたブロックアドレスが正常となった時にそのブロックアドレスに前記キャッシュメモリ上の常駐領域から論理データをリストアするキャッシュリストア手段とを有することを特徴とするキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置。

【請求項2】 前記キャッシュメモリは、バッテリバックアップされていることを特徴とする請求項1記載のキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置。

【請求項3】 前記キャッシュローディング手段は、前記ディスク装置の冗長性を生かして前記正常なディスク装置から前記キャッシュメモリ上の常駐領域に論理データをセーブするよう構成したことを特徴とする請求項1または請求項2記載のキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置。

【請求項4】 前記複数のディスク装置は、RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks) -1方式とRAID-2方式とRAID-3方式とRAID-4方式とRAID-5方式とのいずれかを用いて冗長性を持つ構成としたこ

とを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか記載のキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置。

【請求項5】 複数のディスク装置を使用して冗長性を持つ構成とし、ホストコンピュータからのデータ書込み命令及びデータ読み込み命令のいずれかに応じてキャッシュメモリを介して前記ホストコンピュータと前記複数のディスク装置との間でデータ書込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかを行うキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置のエラー制御方法であって、

10 前記ディスク装置とのデータ書込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかにおける異常を検出した時に当該異常を検出したディスク装置及びブロックアドレスを異常発生ディスク装置及び異常発生ブロックアドレスとして記憶するステップと、

前記異常発生ブロックアドレスを前記キャッシュメモリ上の常駐領域として管理するステップと、

正常なディスク装置から前記キャッシュメモリ上の常駐領域に論理データをセーブするステップと、

前記異常発生ブロックアドレスへの前記データ書込み命令及びデータ読み込み命令のいずれかの入力時に前記キャッシュメモリ上の常駐領域との間で前記データ書込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかを行わせかつ前記異常発生ブロックアドレス以外のブロックアドレスへの前記データ書込み命令及びデータ読み込み命令のいずれかの入力時に前記キャッシュメモリ及び前記ディスク装置のいずれかとの間で前記データ書込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかを行わせるステップと、

前記異常発生ディスク装置における代替え位置を割り振るリアシン処理によって前記異常発生ディスク装置を

30 正常に読み出せる状態に復旧する再試行を行うステップと、

前記再試行の結果として前記異常発生ブロックアドレスが正常となった時にそのブロックアドレスに前記キャッシュメモリ上の常駐領域から論理データをリストアするステップとを有することを特徴とするエラー制御方法。

【請求項6】 前記キャッシュメモリは、バッテリバックアップされていることを特徴とする請求項5記載のエラー制御方法。

【請求項7】 前記キャッシュローディング手段は、前記ディスク装置の冗長性を生かして前記正常なディスク装置から前記キャッシュメモリ上の常駐領域に論理データをセーブするよう構成したことを特徴とする請求項5または請求項6記載のエラー制御方法。

【請求項8】 前記複数のディスク装置は、RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks) -1方式とRAID-2方式とRAID-3方式とRAID-4方式とRAID-5方式とのいずれかを用いて冗長性を持つ構成としたことを特徴とする請求項5から請求項7のいずれか記載のエラー制御方法。

【請求項9】 複数のディスク装置を使用して冗長性を持つ構成とし、ホストコンピュータからのデータ書込み命令及びデータ読み込み命令のいずれかに応じてキャッシュメモリを介して前記ホストコンピュータと前記複数のディスク装置との間でデータ書込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかを行うキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置のエラー制御プログラムを記録した記録媒体であって、前記エラー制御プログラムは前記キャッシュメモリ付きディスクアレイ装置に、前記ディスク装置とのデータ書込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかにおける異常を検出した時に当該異常を検出したディスク装置及びブロックアドレスを異常発生ディスク装置及び異常発生ブロックアドレスとして記憶させ、前記異常発生ブロックアドレスを前記キャッシュメモリ上の常駐領域として管理させ、正常なディスク装置から前記キャッシュメモリ上の常駐領域に論理データをセーブさせ、前記異常発生ブロックアドレスへの前記データ書込み命令及びデータ読み込み命令のいずれかの入力時に前記キャッシュメモリ上の常駐領域との間で前記データ書込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかを行わせかつ前記異常発生ブロックアドレス以外のブロックアドレスへの前記データ書込み命令及びデータ読み込み命令のいずれかの入力時に前記キャッシュメモリ及び前記ディスク装置のいずれかとの間で前記データ書込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかを行わせ、前記異常発生ディスク装置における代替え位置を割り振るリーサイン処理によって前記異常発生ディスク装置を正常に読み出せる状態に復旧する再試行を行わせ、前記再試行の結果として前記異常発生ブロックアドレスが正常となった時にそのブロックアドレスに前記キャッシュメモリ上の常駐領域から論理データをリストアさせることを特徴とするエラー制御プログラムを記録した記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置及びそのエラー制御方法並びにその制御プログラムを記録した記録媒体に関する、特に情報処理装置においてデータ記憶装置として広く使用されているホストコンピュータとの間でバッテリバックアップされたキャッシュメモリを介してディスク装置との間でデータ書込み動作またはデータ読み込み動作をなすキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、この種のキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置としては、例えばハードディスク装置等のディスク装置を複数有し、これら複数のディスク装置にホストコンピュータから転送されたデータとともに、冗長なデータを記録するものRAID (Redundant Array of Inexpensive Disks) 方式の装置が、広く使用されつつある。

【0003】 これは複数のディスク装置のうちの1台で、仮にリードエラー、故障、または異常が発生したとしても、残りのディスク装置によってデータを復旧することができるからである。

【0004】 ところで、高記録密度化された近年のディスク装置においては、ディスク（記録媒体）上に微小なキズ等があるだけで、リードエラーを起こす可能性がある。リードエラーに対しては、一般に、ディスク装置内部においてデータ書込み／読み込みの再試行（あるいは内部再試行とも呼ばれる）を行っているが、この再試行が行われる確率がディスク装置の高記録密度化に伴って増えてきている。

【0005】 通常、上記の再試行には数秒程度を要する。また、低い確率ではあるが、再試行によっても救済されず（書込み／読み出しに成功せず）に、完全に書込み／読み込み不能である場合もある。完全に書込み／読み込み不能なディスク装置に対しては交換や修理等の保守が施される。

【0006】 以上のような実情を考慮して、一般的なデータ処理に使用される従来のキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置では、ディスク装置における再試行が終了するまで待ち、再試行によって救済することができた場合には通常通りの動作を続行する。一方、再試行しても依然として書込み／読み込み不能であるディスク装置は故障として切離し、縮退運転を行っている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、最近のディスク装置においては再試行に長時間を要する傾向にあり、再試行に長時間を要すると、ディスク装置の本来の動作、すなわちホスト装置との間のデータの入出力が滞ることになる。

【0008】 このため、所定時間以内に再試行が実行完了しないエラーが発生した1台のディスク装置を全て故障装置とみなし、ディスクアレイ装置から切離して縮退運転するディスクアレイ装置が提案されている。

【0009】 また、所定時間以内に再試行が実行完了しないエラーが発生した1台のディスク装置を一時的に切離して仮縮退運転とし、仮縮退運転時にホストコンピュータからデータ書込み命令を受けた時に、冗長性を利用して異常発生ディスク装置以外のディスク装置に、データ書込み動作を行わせるとともに、書込んだデータに対応する異常発生ディスク装置の位置を示すブロックアドレスを逐次記憶しておき、異常発生ディスク装置の一時的な切離し状態を解除する前までに記憶されたブロックアドレス並びにそのブロックアドレスが示す位置に対応する異常発生ディスク装置以外のディスク装置に書込んだデータに基づいて、異常発生ディスク装置のデータを最新状態に復旧させるディスクアレイ装置も提案されている。

【0010】 但し、上述したディスクアレイ装置では、

エラーが発生した1台のディスク装置を一時的に切離して仮縮退運転とするため、仮縮退運転中に残りのディスク装置でエラーが発生した場合には二重故障となり、データを修復することができない構造となっている。

【0011】そこで、本発明の目的は上記の問題点を解消し、同一のブロックアドレスに異常発生アドレスが2個発生しない限りデータ修復を行うことができ、高性能及び高信頼性を実現することができるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置及びそのエラー制御方法並びにその制御プログラムを記録した記録媒体を提供することにある。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置は、複数のディスク装置を使用して冗長性を持つ構成とし、ホストコンピュータからのデータ書込み命令及びデータ読込み命令のいずれかに応じてキャッシュメモリを介して前記ホストコンピュータと前記複数のディスク装置との間でデータ書込み動作及びデータ読込み動作のいずれかを行うディスクアレイ装置であって、前記ディスク装置とのデータ書込み動作及びデータ読込み動作のいずれかにおける異常を検出した時に当該異常を検出したディスク装置及びブロックアドレスを記憶する異常情報記憶手段と、前記異常情報記憶手段に記憶されたブロックアドレスを前記キャッシュメモリ上の常駐領域として管理する常駐領域管理手段と、正常なディスク装置から前記キャッシュメモリ上の常駐領域に論理データをセーブするキャッシュローディング手段と、前記異常情報記憶手段に記憶されたブロックアドレスへの前記データ書込み命令及びデータ読込み命令のいずれかの入力時に前記キャッシュメモリ上の常駐領域との間で前記データ書込み動作及びデータ読込み動作のいずれかを行わせかつ当該ブロックアドレス以外のブロックアドレスへの前記データ書込み命令及びデータ読込み命令のいずれかの入力時に前記キャッシュメモリ及び前記ディスク装置のいずれかとの間で前記データ書込み動作及びデータ読込み動作のいずれかを行わせる命令実行手段と、前記異常を検出したディスク装置における代替え位置を割り振るリアシン処理によって当該ディスク装置を正常に読出せる状態に復旧する再試行手段と、前記再試行手段による再試行の結果として前記異常情報記憶手段に記憶されたブロックアドレスが正常となった時にそのブロックアドレスに前記キャッシュメモリ上の常駐領域から論理データをリストアするキャッシュリストア手段とを備えている。

【0013】本発明によるエラー制御方法は、複数のディスク装置を使用して冗長性を持つ構成とし、ホストコンピュータからのデータ書込み命令及びデータ読込み命令のいずれかに応じてキャッシュメモリを介して前記ホストコンピュータと前記複数のディスク装置との間でデータ書込み動作及びデータ読込み動作のいずれかを行う

キャッシュメモリ付きディスクアレイ装置のエラー制御方法であって、前記ディスク装置とのデータ書込み動作及びデータ読込み動作のいずれかにおける異常を検出した時に当該異常を検出したディスク装置及びブロックアドレスを異常発生ディスク装置及び異常発生ブロックアドレスとして記憶するステップと、前記異常発生ブロックアドレスを前記キャッシュメモリ上の常駐領域として管理するステップと、正常なディスク装置から前記キャッシュメモリ上の常駐領域に論理データをセーブするステップと、前記異常発生ブロックアドレスへの前記データ書込み命令及びデータ読込み命令のいずれかの入力時に前記キャッシュメモリ上の常駐領域との間で前記データ書込み動作及びデータ読込み動作のいずれかを行わせかつ前記異常発生ブロックアドレス以外のブロックアドレスへの前記データ書込み命令及びデータ読込み命令のいずれかの入力時に前記キャッシュメモリ及び前記ディスク装置のいずれかとの間で前記データ書込み動作及びデータ読込み動作のいずれかを行わせるステップと、前記異常発生ディスク装置における代替え位置を割り振るリアシン処理によって前記異常発生ディスク装置を正常に読出せる状態に復旧する再試行手段と、前記再試行の結果として前記異常発生ブロックアドレスが正常となった時にそのブロックアドレスに前記キャッシュメモリ上の常駐領域から論理データをリストアするステップとを備えている。

【0014】本発明によるエラー制御プログラムを記録した記録媒体は、複数のディスク装置を使用して冗長性を持つ構成とし、ホストコンピュータからのデータ書込み命令及びデータ読込み命令のいずれかに応じてキャッシュメモリを介して前記ホストコンピュータと前記複数のディスク装置との間でデータ書込み動作及びデータ読込み動作のいずれかを行わせるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置のエラー制御プログラムを記録した記録媒体であって、前記エラー制御プログラムは前記キャッシュメモリ付きディスクアレイ装置に、前記ディスク装置とのデータ書込み動作及びデータ読込み動作のいずれかにおける異常を検出した時に当該異常を検出したディスク装置及びブロックアドレスを異常発生ディスク装置及び異常発生ブロックアドレスとして記憶させ、前記異常発生ブロックアドレスを前記キャッシュメモリ上の常駐領域として管理させ、正常なディスク装置から前記キャッシュメモリ上の常駐領域に論理データをセーブさせ、前記異常発生ブロックアドレスへの前記データ書込み命令及びデータ読込み命令のいずれかの入力時に前記キャッシュメモリ上の常駐領域との間で前記データ書込み動作及びデータ読込み動作のいずれかを行わせかつ前記異常発生ブロックアドレス以外のブロックアドレスへの前記データ書込み命令及びデータ読込み命令のいずれかの入力時に前記キャッシュメモリ及び前記ディスク装置のいずれかとの間で前記データ書込み動作及びデータ読込み

み動作のいずれかを行わせ、前記異常発生ディスク装置における代替え位置を割り振るリアシン処理によって前記異常発生ディスク装置を正常に読出せる状態に復旧する再試行を行わせ、前記再試行の結果として前記異常発生ブロックアドレスが正常となった時にそのブロックアドレスに前記キャッシュメモリ上の常駐領域から論理データをリストアさせている。

【0015】すなわち、本発明のキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置は、複数のディスク装置を使用して冗長性を持つ構成とし、ホストコンピュータからのデータ書込み命令またはデータ読み込み命令に応じて、ホストコンピュータとの間でバッテリバックアップされたキャッシュメモリを介して、ディスク装置との間でデータ書込み動作またはデータ読み込み動作をなすディスクアレイ装置である。

【0016】このディスクアレイ装置には、ディスク装置とのデータ書込み動作またはデータ読み込み動作のどちらかにおける異常を検出しあつ異常を検出したディスク装置及びブロックアドレスを記録しておく異常情報記憶手段と、上記の異常発生ブロックアドレスをキャッシュメモリ上の常駐領域として管理する常駐領域管理手段と、ディスク装置の冗長性を生かして正常なディスク装置からキャッシュメモリ上の常駐領域に論理データをセーブするキャッシュローディング手段と、ホストコンピュータからデータ書込み命令またはデータ読み込み命令を受けた場合に上記の異常発生ブロックアドレスに関してはキャッシュメモリ上の常駐領域と、その他のブロックアドレスに関してはキャッシュメモリまたはディスク装置との間でデータ書込み動作またはデータ読み込み動作を行わせる命令実行手段と、上記の異常を検出したディスク装置における代替え位置を割り振るリアシン処理によって異常発生ディスク装置を正常に読出せる状態に復旧する再試行手段と、この再試行手段による再試行の結果として異常発生ブロックアドレスが正常である場合に異常発生ブロックアドレスにキャッシュメモリ上の常駐領域から論理データをリストアするキャッシュリストア手段とを有している。

【0017】また、本発明のエラー制御方法は、上記のディスク装置との間でデータ書込み動作またはデータ読み込み動作をなすディスクアレイ装置において、ディスク装置とのデータ書込み動作またはデータ読み込み動作のどちらかにおける異常を検出するとともに、異常を検出したディスク装置及びブロックアドレスを記録しておく異常情報記憶工程と、異常発生ブロックアドレスをキャッシュメモリ上の常駐領域として管理する常駐領域管理工程と、ディスク装置の冗長性を生かして、正常なディスク装置から上記キャッシュメモリ上の常駐領域に論理データをセーブするキャッシュローディング工程と、ホストコンピュータからデータ書込み命令またはデータ読み込み命令を受けた場合に異常発生ブロックアドレスに関し

てはキャッシュメモリ上の常駐領域と、その他のブロックアドレスに関してはキャッシュメモリまたはディスク装置との間でデータ書込み動作またはデータ読み込み動作を行わせる命令実行工程と、異常を検出したディスク装置における代替え位置を割り振るリアシン処理によって異常発生ディスク装置を正常に読出せる状態に復旧する再試行工程と、再試行工程による再試行の結果として異常発生ブロックアドレスが正常である場合に異常発生ブロックアドレスにキャッシュメモリ上の常駐領域から論理データをリストアするキャッシュリストア工程とを有している。

【0018】上記のような構成または動作とすることによって、同一のブロックアドレスに異常発生アドレスが2個発生しない限りデータ修復を行うことが可能となり、高性能及び高信頼性が実現可能となる。

【0019】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置の構成を示す

20 ブロック図である。図1において、本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置はキャッシュメモリ常駐領域制御部（以下、常駐領域制御部とする）21と命令実行部22とからなるキャッシュメモリ付きディスクアレイ制御部（以下、ディスクアレイ制御部とする）23と、ディスク制御部3-1～3-4と、ディスク装置4-1～4-4と、キャッシュメモリ部5とから構成されている。

【0020】命令実行部22はホストコンピュータ1との間でデータ転送制御を実行する。ディスク装置4-1～4-4はRAID-3方式で、冗長性を持って構成されている。

【0021】本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置ではホストコンピュータ1から指示されるデータ書込み命令またはデータ読み込み命令に基づいて、キャッシュメモリ部5を介してホストコンピュータ1との間でデータ書込み動作またはデータ読み出し動作を実行する。尚、本実施例では4台のディスク装置4-1～4-4を用いる場合について説明するが、ディスク装置が3台や5台以上の場合にも適用可能である。

40 【0022】図2は図1の常駐領域制御部21の構成を示すブロック図である。図2において、常駐領域制御部21は異常情報記憶部21aと、常駐領域管理部21bと、キャッシュローディング部21cと、再試行部21dと、キャッシュリストア部21eとから構成されている。

【0023】図3～図5は本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置の書込み命令処理を示すフローチャートであり、図6～図8は本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置50の読み込み命令処理を示すフローチャートである。これら

図1～図8を参照して本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置の書き込み命令処理及び読み取り命令処理における各部の動作について説明する。

【0024】書き込み命令処理の場合、命令実行部22はキャッシュメモリ部5に対する書き込みモードがストアスルーモードであれば(図3ステップS1)、ホストコンピュータ1から受取ったデータをキャッシュメモリ部5に貯蔵する(図3ステップS2)。

【0025】このとき同時に、命令実行部22は各ディスク制御部3-1～3-4用にデータ分割及び冗長データ追加を実行し、各ディスク制御部3-1～3-4に転送する(図3ステップS3)。各ディスク制御部3-1～3-4はそれぞれ転送されてきたデータを対応するディスク装置4-1～4-4に書込む(図3ステップS4)。

【0026】尚、キャッシュメモリ部5に対するもう一つの書き込みモードであるストアインモードの場合には、ホストコンピュータ1から受取ったデータをキャッシュメモリ部5のみに書込む(図3ステップS5)。この場合、ディスク装置4-1～4-4を使用せず、本実施例とは直接関係ないモードであるので、その詳細な説明については省略する。

【0027】常駐領域制御部21において、異常情報記憶部21aはディスク装置4-1～4-4のいずれかの動作が異常であることを検出すると(図4ステップS11)、異常発生ディスク装置及びブロックアドレスを保存すると同時に、常駐領域管理部21bに通知する(図4ステップS12)。

【0028】常駐領域管理部21bは異常情報記憶部21aから通知を受けた異常発生ブロックアドレスをキャッシュメモリ部5に常駐領域として登録すると同時に(図4ステップS13)、ホストコンピュータ1から異常発生ブロックアドレスに対する書き込み命令を受取ると(図4ステップS14)、キャッシュメモリ部5の該当するアドレスにのみデータを書込む動作を実行する(図4ステップS15)。

【0029】キャッシュローディング制御部21cは異常情報記憶部21aから通知を受けた異常発生ブロックアドレスをキャッシュメモリ部5に常駐領域として登録すると同時に(図4ステップS16)、仮縮退運転時にディスク装置の冗長性を生かして、正常なディスク装置からキャッシュメモリ部5上の常駐領域に論理データをセーブする(図4ステップS17)。

【0030】再試行部21dは異常情報記憶部21aからエラー通知を受取ると、エラーが発生したディスク装置に対してホストコンピュータ1からディスク装置4-1～4-4へのデータ書き込み動作の空き時間を利用し、異常を検出したディスク装置における代替え位置を割り振るアリサイン処理をディスクアレイ装置の内部処理として実行し、異常発生ディスク装置の復旧を試みる(図

5ステップS18)。

【0031】キャッシュリストア部21eは再試行部21dによる再試行の結果として、異常発生ブロックアドレスが正常になると(図5ステップS19)、異常発生ブロックアドレスにキャッシュメモリ部5上の当該常駐領域から論理データをリストアすることを試みると同時に(図5ステップS20)、正常に論理データをリストアすることができると(図5ステップS21)、異常情報記憶部21aに保存された異常発生ディスク装置及び異常発生ブロックアドレスの消去を要求する(図5ステップS22)。

【0032】次に、読み込み命令処理の場合、命令実行部22は読み込み命令処理においてキャッシュメモリ部5にヒットすると(図6ステップS31)、キャッシュメモリ部5のデータをホストコンピュータ1に転送し(図6ステップS35)、ディスク装置へのアクセスを行わない(図6ステップS36)。

【0033】これに対し、キャッシュメモリ部5がミスヒットである場合(図6ステップS31)、ディスク装置4-1～4-4はそれぞれ書込まれているデータを対応するディスク制御部3-1～3-4に転送する(図6ステップS32)。

【0034】命令実行部22は各ディスク制御部33-1～31-4から転送されてくるデータに対して、書き込み処理時とは逆に、データ統合及び冗長データ削除を実施し(図6ステップS33)、キャッシュメモリ部5に貯蔵すると同時に、ホストコンピュータ1に転送する(図6ステップS34)。

【0035】常駐領域制御部21において、異常情報記憶部21aはディスク装置4-1～4-4のいずれかの動作が異常であることを検出すると(図7ステップS41)、異常発生ディスク装置及びブロックアドレスを保存すると同時に、常駐領域管理部21bに通知する(図7ステップS42)。

【0036】常駐領域管理部21bは異常情報記憶部21aから通知を受けた異常発生ブロックアドレスをキャッシュメモリ部5に常駐領域として登録する(図7ステップS43)。

【0037】キャッシュローディング制御部21cはディスク装置の冗長性を生かして正常なディスク装置からキャッシュメモリ部5上の常駐領域に、論理データをセーブする(図7ステップS44)。

【0038】異常が発生した読み取り命令及びその後の読み取り命令は、(1)当該ブロックアドレス直前までの論理ドライブアクセス、(2)当該ブロックアドレスの常駐キャッシュアクセス、(3)当該ブロック直後以降の論理ドライブアクセスの3アクセスに分解され、ホストコンピュータ1からのアクセスが処理される(図7ステップS45)。

【0039】一方、再試行部21dは異常情報記憶部2

1a からエラー通知を受取ると、エラーが発生したディスク装置に対して、ホストコンピュータ1からディスク装置4-1～4-4へのデータ書き込み動作の空き時間を利用し、異常を検出したディスク装置における代替え位置を割り振るリアシン処理をディスクアレイ装置の内部処理として実行し、異常発生ディスク装置の復旧を試みる(図8ステップS46)。

【0040】キャッシュリストア部21eは再試行部21dによる再試行の結果として、異常発生ブロックアドレスが正常になると(図8ステップS47)、異常発生ブロックアドレスにキャッシュメモリ50上の当該常駐領域から論理データをリストアする事を試みる(図8ステップS48)。

【0041】このとき同時に、キャッシュリストア部21eは正常に論理データをリストアすることができる(図8ステップS49)、異常情報記憶部21aに保存された当該異常発生ディスク装置及び当該異常発生ブロックアドレスの消去を要求する(図8ステップS50)。

【0042】上述した処理動作では異常発生ブロックアドレスが1個の場合について述べたが、異常発生ブロックアドレスが同一アドレスに2個ない限り、複数個存在したとしても、さらに異なるドライブにおいて発生したとしても、上記1個の場合と同様に処理可能である。

【0043】図9は本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置における書き込み時のデータ生成の様子を説明するための図であり、図10は本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置における読み込み時のデータ復元の様子を説明するための図である。これら図1と図9と図10とを参照して書き込み時及び読み込み時のデータ生成の様子について説明する。

【0044】ホストコンピュータ1から書き込み命令がキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置に対して送られてくると、ディスクアレイ制御部2はホストコンピュータ1からのデータ(1)～(z)をデータ群DG1-1～DG1-4に振り分けてそれぞれディスク制御部3-1～3-4に分配する。

【0045】ディスク制御部3-1はディスク装置4-1にデータ群DG1-1[データ(1), (4), (7), (10), . . ., (u), (x)]を、ディスク制御部3-2はディスク装置4-2にデータ群DG1-2[データ(2), (5), (8), (11), . . ., (v), (y)]を、ディスク制御部3-3はディスク装置4-3にデータ群DG1-3[データ(3), (6), (9), (12), . . ., (w), (z)]をそれぞれ書き込む。

【0046】また、ディスク制御部3-4はディスク装置4-4にデータ(1), (2), (3), . . ., (x), (y), (z)のパリティデータであるデータ

群DG1-4[データ(P1-3), (P4-6), (P7-9), (P10-12), . . ., (Pu-w), (Px-z)]を書き込む。

【0047】このパリティデータ(P1-3), (P4-6), (P7-9), (P10-12), . . ., (Pu-w), (Px-z)によって、(ディスク制御部3-1+ディスク装置4-1)～(ディスク制御部3-4+ディスク装置4-4)のうちのいずれか1か所の故障に対してデータ復旧が可能となる。

10 【0048】続いて、ホストコンピュータ1から読み込み命令がキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置に対して送られてくると、ディスク制御部3-1～3-4はディスク装置4-1～4-4からデータ群DG2-1～DG2-4をディスクアレイ制御部2に送る。ディスクアレイ制御部2はデータ(1)～(z)に戻し、ホストコンピュータ1に送る。

【0049】つまり、ディスク装置4-1からはデータ群DG2-1[データ(1), (4), (7), (10), . . ., (u), (x)]が、ディスク装置4-2からはデータ群DG2-2[データ(2), (5), (8), (11), . . ., (v), (y)]が、ディスク装置4-3からはデータ群DG2-3[データ(3), (6), (9), (12), . . ., (w), (z)]がそれぞれ読み出され、ディスクアレイ制御部2でデータ(1)～(z)に戻される。

【0050】また、ディスク装置4-4からは、(ディスク制御部3-1+ディスク装置4-1)～(ディスク制御部3-4+ディスク装置4-4)のうちのいずれか1か所の故障に対してデータ復旧を行うために、データ群DG2-4[パリティデータ(P1-3), (P4-6), (P7-9), (P10-12), . . ., (Pu-w), (Px-z)]が読み出される。

【0051】図11は本発明の他の実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置の構成を示すブロック図である。図11において、本発明の他の実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置は命令実行部62及びキャッシュメモリ常駐領域制御部61とからなるキャッシュメモリ付きディスクアレイ制御部6と、ディスク制御部31-1, 31-2と、ディスク装置41-1, 41-2と、キャッシュメモリ部5とから構成されている。

【0052】本実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置はRAID-1方式であり、2台のディスク装置41-1, 41-2には同じデータが書き込まれ、両方のディスク装置41-1, 41-2は協働して冗長性を持つ。ディスク装置41-1, 41-2の一方をデータ用、他方をパリティ用と考えれば、本実施例は本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置の如く、複数のディスク装置4-1～4-4に対してパリティを設ける場合の最も簡素な構成例とみ

なすことができる。本実施例によるエラー制御方法は上述した本発明の一実施例と同様に行われる所以、その説明については省略する。

【0053】図12は本発明の別の実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置における書き込み時のデータ生成の様子を説明するための図であり、図13は本発明の別の実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置における読み込み時のデータ復元の様子を説明するための図である。

【0054】これらの図12及び図13において、本発明の別の実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置はRAID-5方式であり、4台のディスク装置42-1～42-4は協働して冗長性を持つ。本実施例においてはパリティデータの書き込まれるディスク装置が固定化されておらず、ディスク装置42-1～42-4のそれぞれに順番にパリティデータが割り振られる。本実施例によるエラー制御方法も上述した本発明の一実施例と同様に行われる所以、その説明については省略する。

【0055】上記の各実施例では、RAID-3方式、RAID-1方式、RAID-5方式の各ディスクアレイ装置について説明したが、本発明は複数のディスク装置が冗長性を持つように備えられたディスクアレイ装置ならば全て適用可能であり、RAID-2方式あるいはRAID-4方式等のディスクアレイ装置であってもよい。

【0056】このように、ディスク装置4-1～4-4、41-1、41-2、42-1～42-4とのデータ書き込み動作またはデータ読み込み動作のどちらかにおける異常を検出すると、異常が検出されたディスク装置及びブロックアドレスを記録しておき、異常発生ブロックアドレスをキャッシュメモリ部5上の常駐領域として登録するとともに、ディスク装置の冗長性を生かして正常なディスク装置からキャッシュメモリ部5上の常駐領域に異常発生ブロックの論理データをセーブする。

【0057】一方、ホストコンピュータ1からのデータ書き込み命令またはデータ読み込み命令に対しては、異常発生ブロックに関してはキャッシュメモリ部5上の常駐領域と、その他のブロックに関してはキャッシュメモリ部5またはディスク装置との間で、データ書き込み動作またはデータ読み込み動作を行わせ、異常を検出したディスク装置については代替え位置を割り振るアサイン処理によって、異常発生ディスク装置を正常に読み出せる状態に復旧し、キャッシュメモリ部5上の常駐領域から論理データをリストアすることによって、ディスク装置における異常発生アドレスが同一のブロックアドレスに2個発生しない限りデータ修復可能とすることができる、高性能及び高信頼性を実現することができる。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、複

数のディスク装置を使用して冗長性を持つ構成とし、ホストコンピュータからのデータ書き込み命令及びデータ読み込み命令のいずれかに応じてキャッシュメモリを介してホストコンピュータと複数のディスク装置との間でデータ書き込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかを行うキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置において、ディスク装置とのデータ書き込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかにおける異常を検出した時に当該異常を検出したディスク装置及びブロックアドレスを異常発生ディスク装置及び異常発生ブロックアドレスとして記憶させ、異常発生ブロックアドレスをキャッシュメモリ上の常駐領域として管理させ、正常なディスク装置からキャッシュメモリ上の常駐領域に論理データをセーブさせ、異常発生ブロックアドレスへのデータ書き込み命令及びデータ読み込み命令のいずれかの入力時にキャッシュメモリ上の常駐領域との間でデータ書き込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかを行わせかつ異常発生ブロックアドレス以外のブロックアドレスへのデータ書き込み命令及びデータ読み込み命令のいずれかの入力時にキャッシュメモリ及びディスク装置のいずれかとの間でデータ書き込み動作及びデータ読み込み動作のいずれかを行わせ、異常発生ディスク装置における代替え位置を割り振るアサイン処理によって異常発生ディスク装置を正常に読み出せる状態に復旧する再試行を行わせ、再試行の結果として異常発生ブロックアドレスが正常となった時にそのブロックアドレスに前記キャッシュメモリ上の常駐領域から論理データをリストアすることによって、同一のブロックアドレスに異常発生アドレスが2個発生しない限りデータ修復を行うことができ、高性能及び高信頼性を実現することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1の常駐領域制御部の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置の書き込み命令処理を示すフローチャートである。

【図4】本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置の書き込み命令処理を示すフローチャートである。

【図5】本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置の読み込み命令処理を示すフローチャートである。

【図6】本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置の読み込み命令処理を示すフローチャートである。

【図7】本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置の読み込み命令処理を示すフローチャートである。

【図8】本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置の読み込み命令処理を示すフローチャートである。

【図9】本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置における書き込み時のデータ生成の様子を説明するための図である。

【図10】本発明の一実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置における読み込み時のデータ復元の様子を説明するための図である。

【図11】本発明の他の実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置の構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の別の実施例によるキャッシュメモリ付きディスクアレイ装置における書き込み時のデータ生成の様子を説明するための図である。

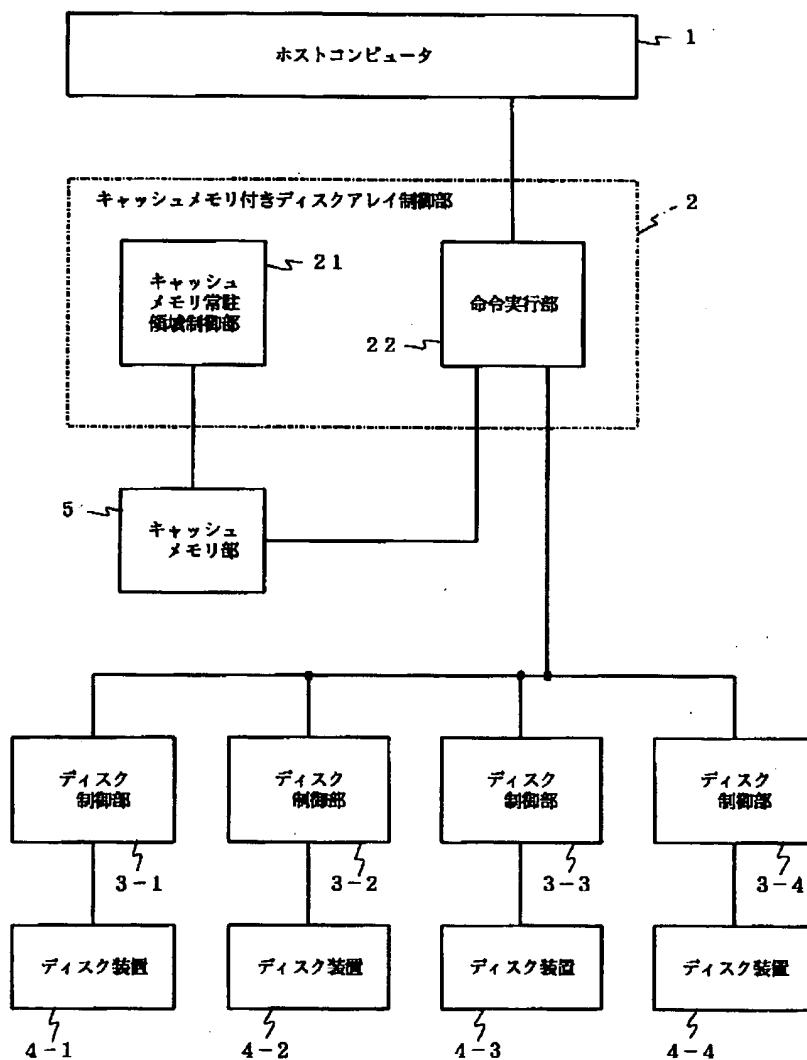
【図13】本発明の別の実施例によるキャッシュメモリ

付きディスクアレイ装置における読み込み時のデータ復元の様子を説明するための図である。

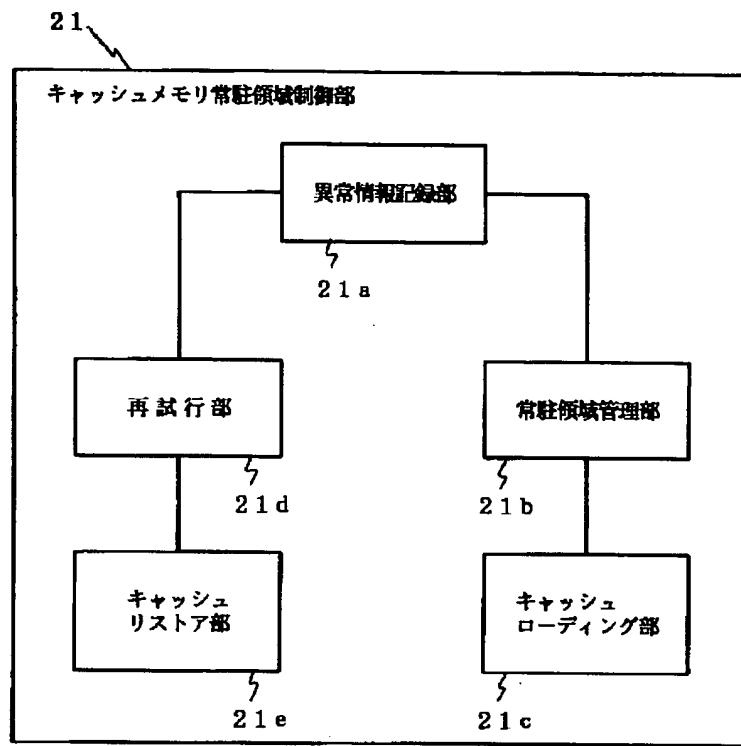
【符号の説明】

- 1 ホストコンピュータ
- 2 キャッシュメモリ付きディスクアレイ制御部
  - 3-1～3-4, 31-1, 31-2 ディスク制御部
  - 4-1～4-4, 41-1, 41-2, 42-1～42-4 ディスク装置
  - 5 キャッシュメモリ部
- 10 キャッシュメモリ常駐領域制御部
  - 21a 異常情報記憶部
  - 21b 常駐領域管理部
  - 21c キャッシュローディング部
  - 21d 再試行部
  - 21e キャッシュリストア部
- 22 命令実行部

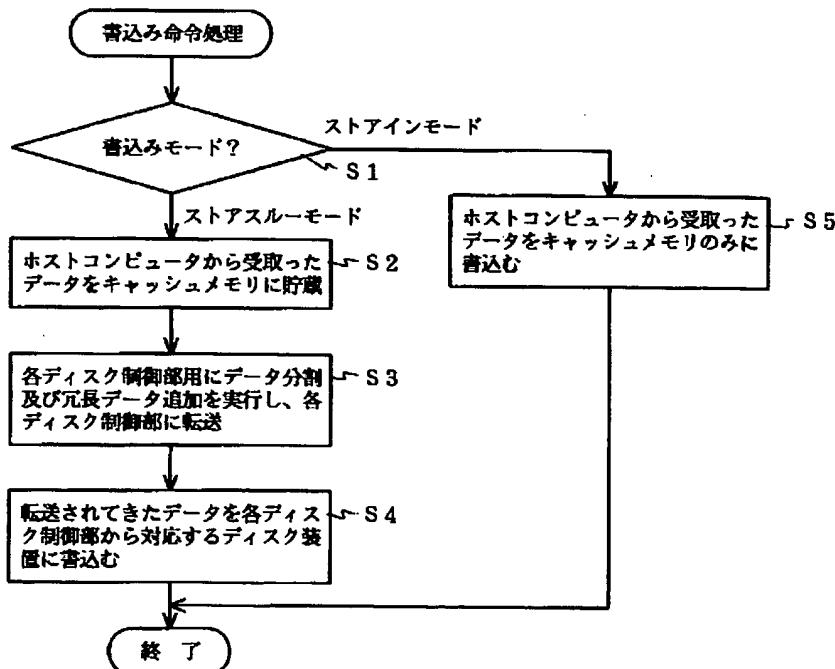
【図1】



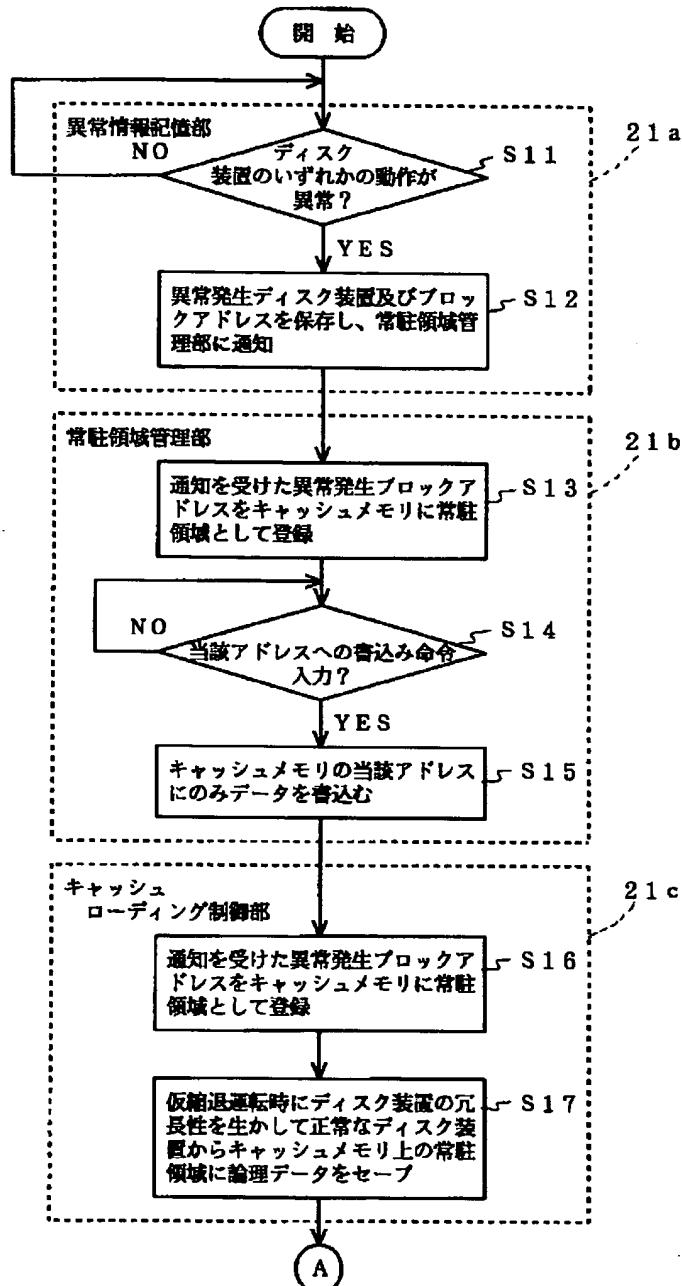
【図2】



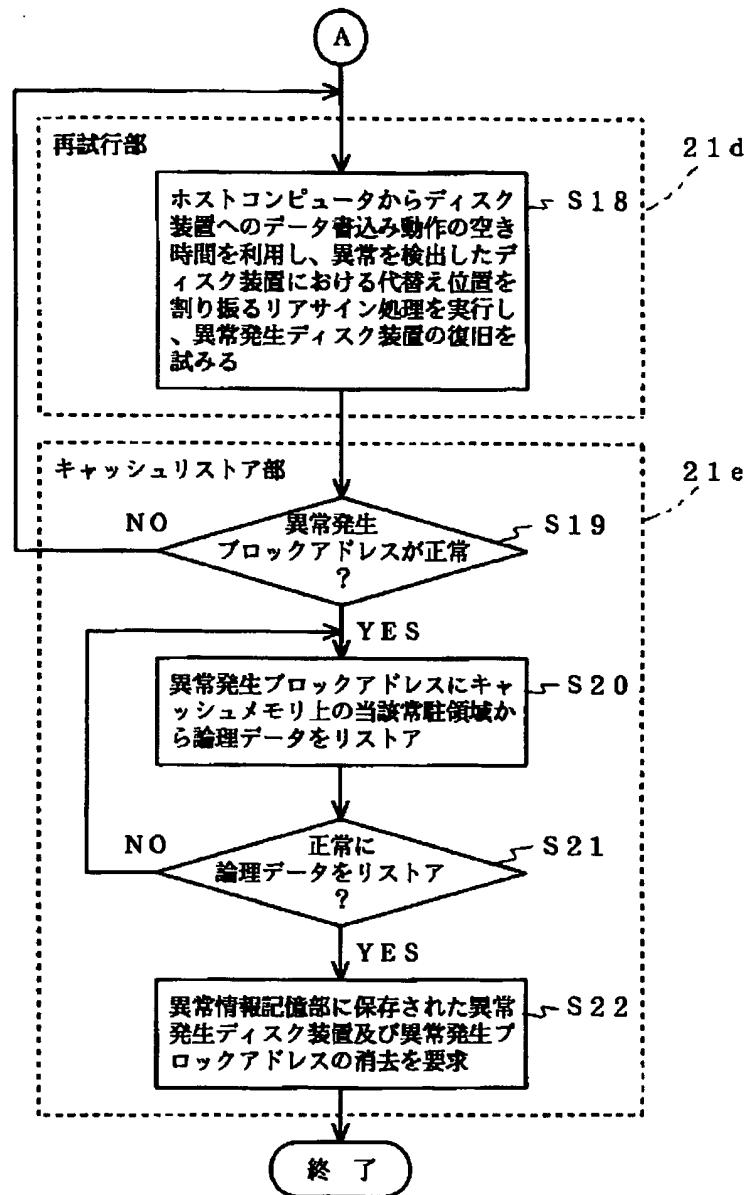
【図3】



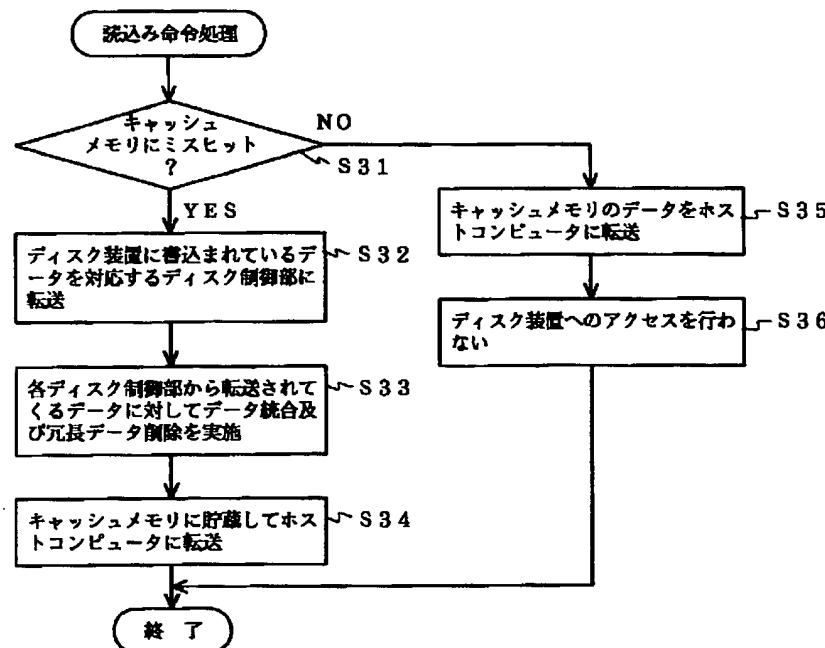
【図4】



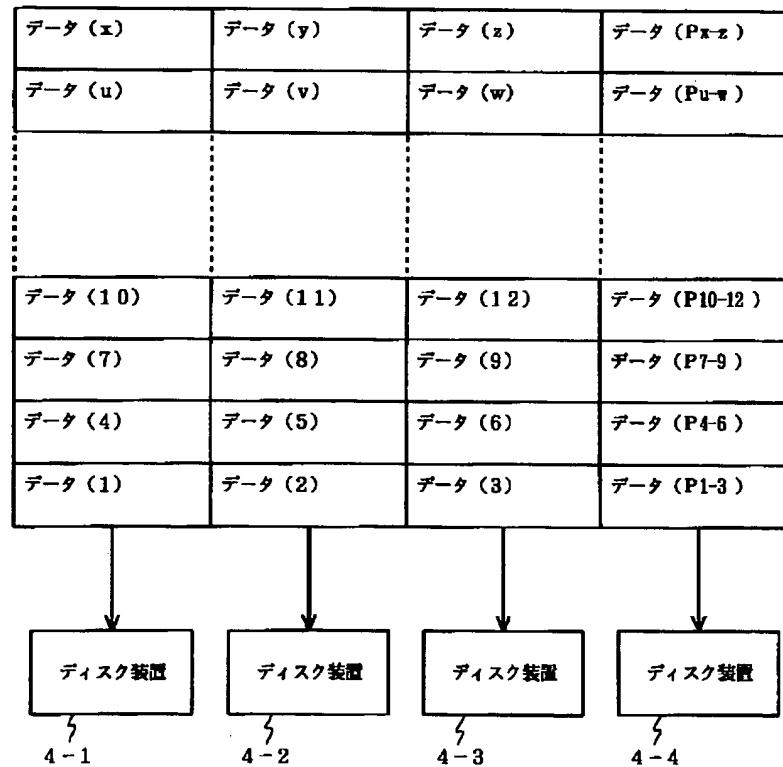
【図5】



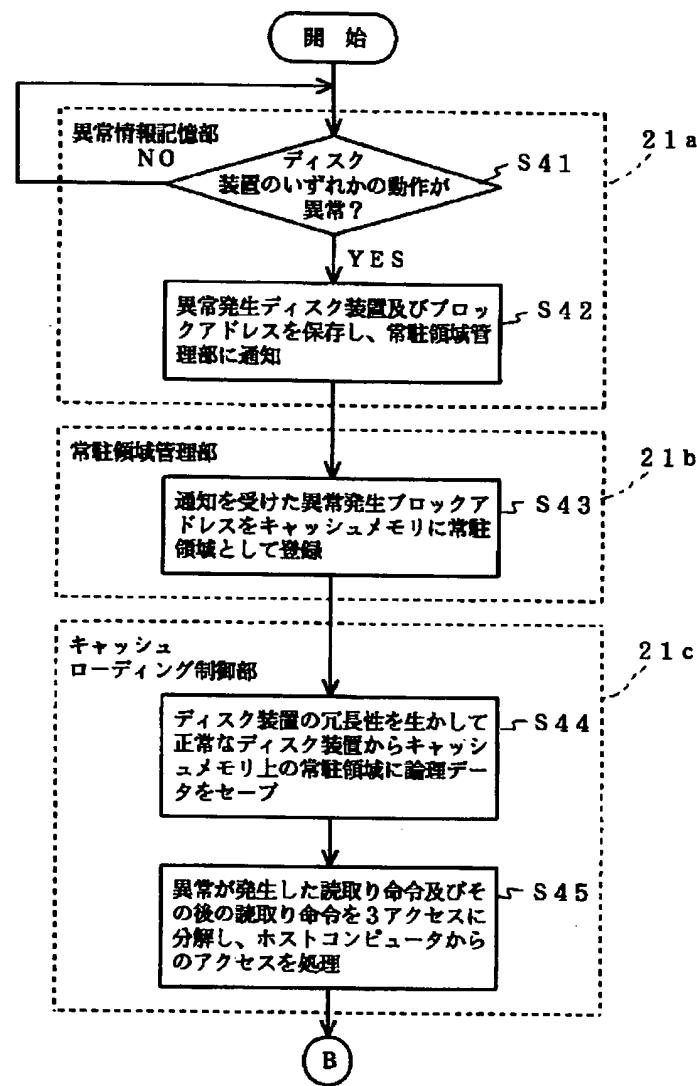
【図6】



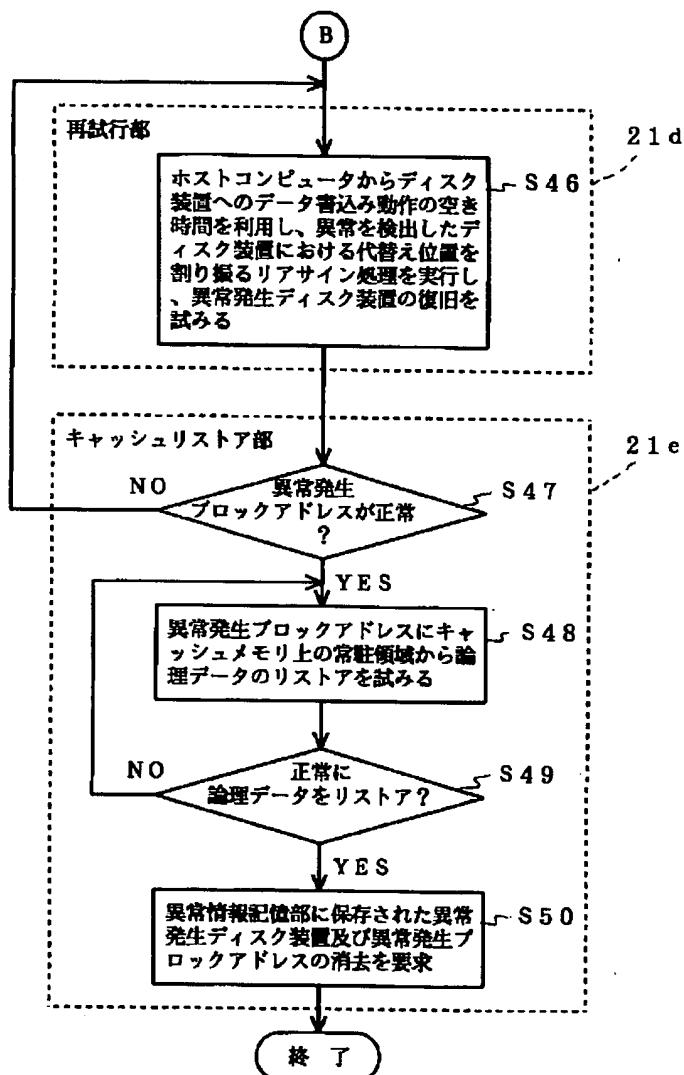
【図9】



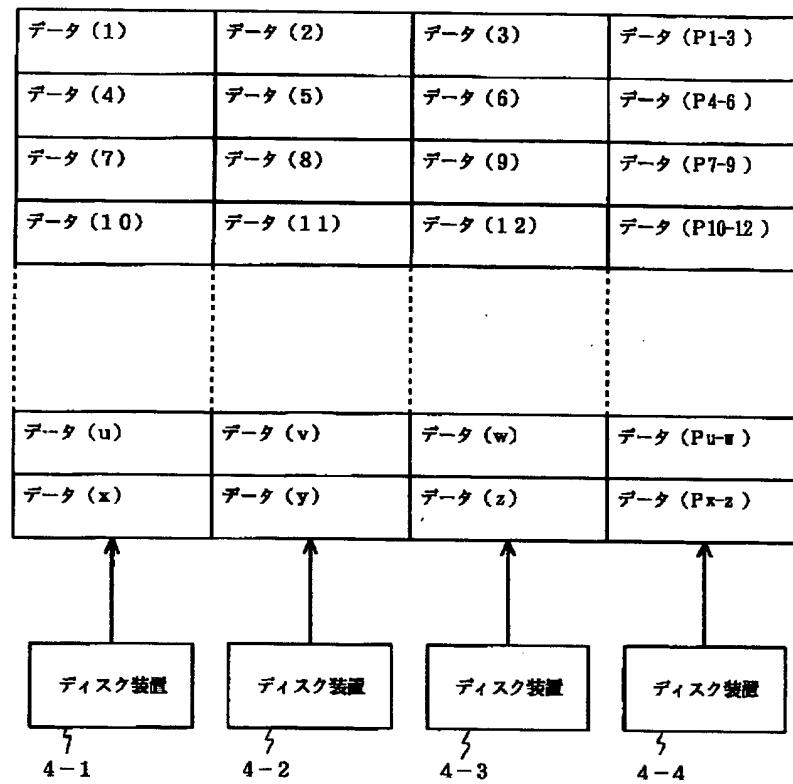
【図7】



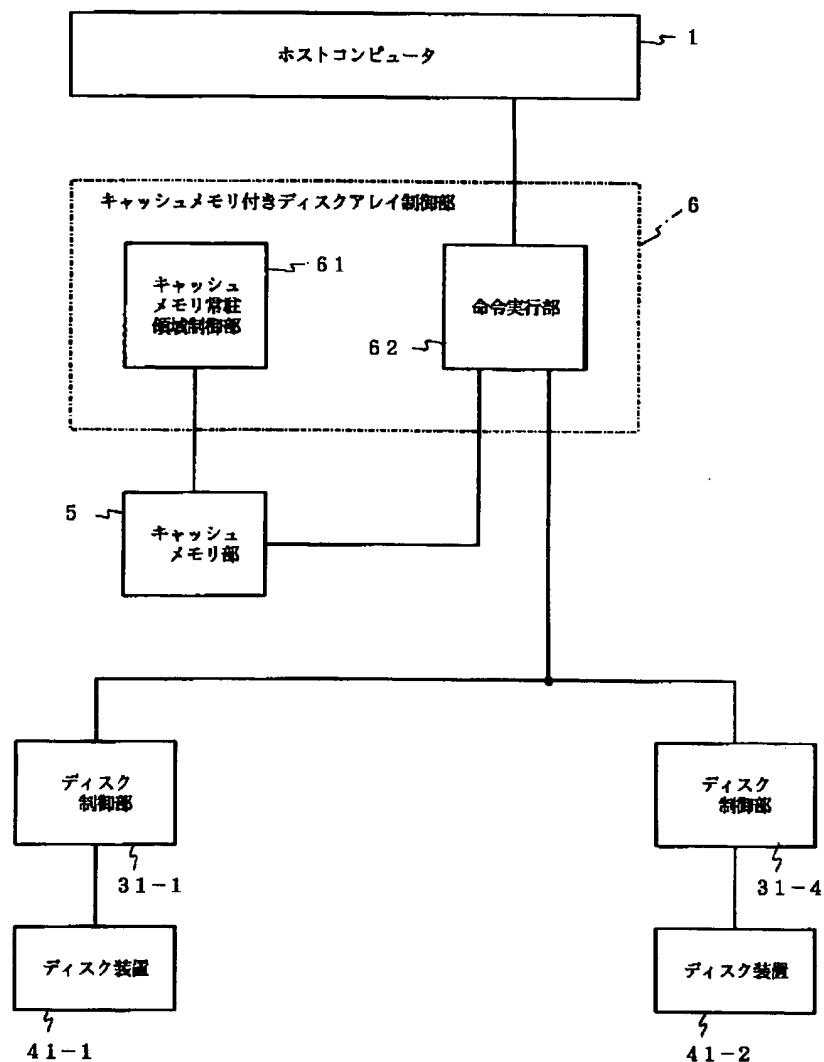
【図8】



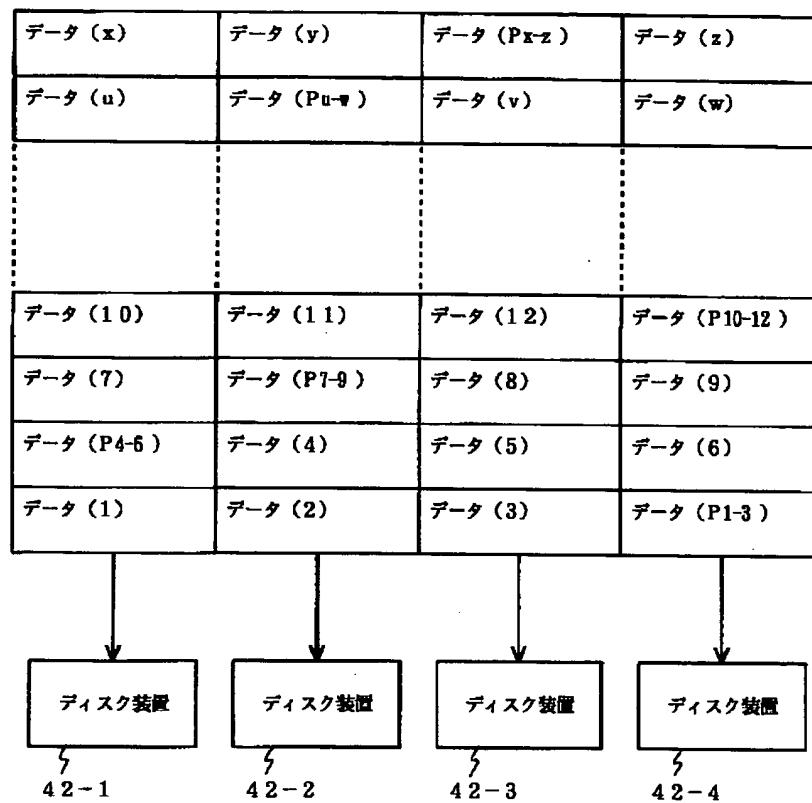
【図1-0】



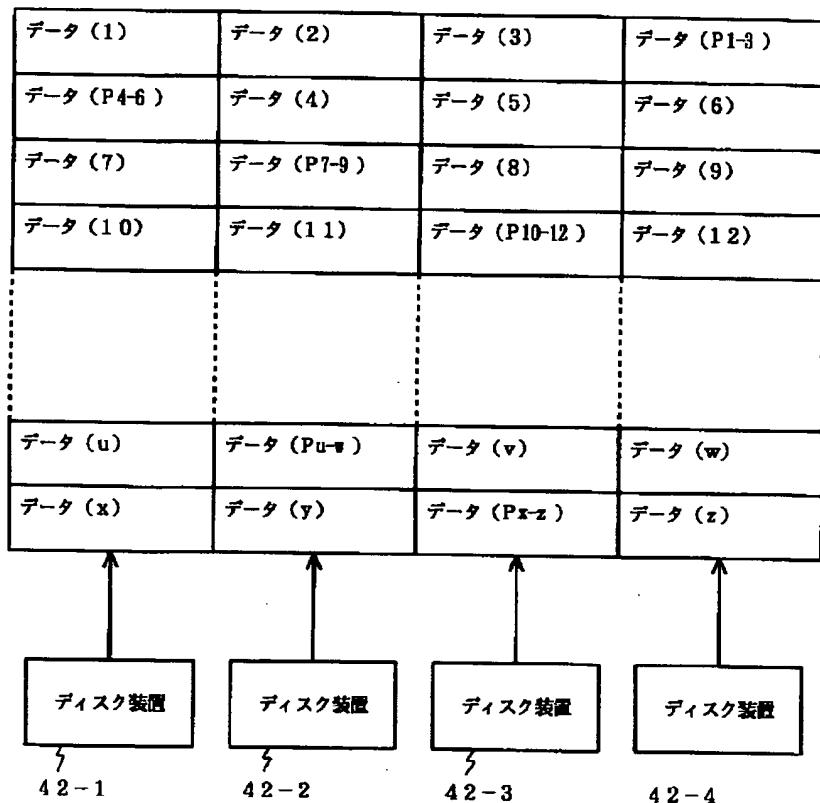
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7		識別記号	F I	マークコード (参考)
G 0 6 F	12/12	5 0 3	G 0 6 F	5 0 3
	12/16	3 2 0	12/16	3 2 0 L
G 1 1 B	20/18	5 1 2	G 1 1 B	5 1 2 Z
		5 7 0		5 7 0 Z
		5 7 4		5 7 4 E
		5 7 6		5 7 6 C

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**